

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **225827**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **407381**

(51) Int.Cl.
G01L 7/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **03.03.2014**

(54) **Sposób i układ do pomiaru małej różnicy ciśnień hydrostatycznych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
14.09.2015 BUP 19/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.05.2017 WUP 05/17

(73) Uprawniony z patentu:
**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
**MARIAN BRANNY, Kraków, PL
KRZYSZTOF BRODA, Kraków, PL
WIKTOR FILIPEK, Giebułtów, PL**

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Małgorzata Geissler

PL 225827 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do pomiaru małej różnicy ciśnień hydrostatycznych oparty na pomiarze ciśnienia gazu w naczyniu przetwarzającym. Przeznaczony jest szczególnie do pomiaru małych różnic i zmian ciśnienia hydrostatycznego występujących w geologii i górnictwie.

W publikacji Krzysztof Broda, Wiktor Filipek; Pomiar małych wartości ciśnienia hydrostatycznego z kompensacją wpływu ciśnienia atmosferycznego zamieszczonej w AGH University of Science and Technology in Cracow, Poland, Faculty of Mining and Geoengineering, opisana jest zasada pomiaru, w której hydrostatyczne ciśnienie płynu jest równoważone ciśnieniem medium gazowego, którego wartość jest mierzona. Autorzy artykułu szczegółowo przedstawili obliczenia uzyskanej dokładności pomiaru. Przedstawiono też schematycznie skonstruowane stanowisko pomiarowe oraz zasadę pomiaru. Na zamieszczonej fotografii pokazano widok ogólny stanowiska.

Sposób pomiaru małej różnicy ciśnień hydrostatycznych, według wynalazku, oparty jest na pomiarze ciśnienia gazu w naczyniu przetwarzającym. Charakteryzuje się tym, że co najmniej dwa naczynia przetwarzające o zbliżonej konstrukcji, przed rozpoczęciem pomiaru napełnia się cieczą do około połowy wysokości i wyrównuje się ciśnienia gazu ponad powierzchnią swobodną cieczy w tych naczyniach. Następnie odcina się bezpośrednie połączenie górnych części naczyń, a łączy się dolne przestrzenie naczyń z punktami pomiaru różnicy ciśnień hydrostatycznych. Znanymi metodami mierzy się różnicę ciśnienia gazu pomiędzy górnymi przestrzeniami tych naczyń, a wynik przelicza się w znany sposób na różnicę ciśnienia hydrostatycznego.

Układ do pomiaru małej różnicy ciśnień hydrostatycznych, zawiera naczynie przetwarzające i miernik ciśnienia gazu. Istotą wynalazku jest to, że naczynie przetwarzające ma kształt zamkniętego płaskiego pojemnika, które ma co najmniej dwie wydzielone części. Te części tworzy przedzielająca, szczelna, zbliżona do pionu przegroda. Do dolnych przestrzeni wewnętrznych tych części doprowadzone są przewody przyłączeniowe z punktów pomiaru różnicy ciśnień hydrostatycznych, natomiast górne przestrzenie wewnętrzne wydzielonych części naczynia przetwarzającego połączone są ze sobą przewodem, na którym zamontowane są równolegle zawór odcinający oraz miernik różnicy ciśnień gazu.

W innym rozwiązaniu układ ma co najmniej dwa odrębne naczynia przetwarzające, o zbliżonej konstrukcji. W czasie pomiaru naczynia są nieruchome względem siebie. Odrębne naczynia są odpowiednikami wydzielonych przegrodą części jednego naczynia przetwarzającego i mają analogiczne połączenia ze sobą.

Korzystne jest wypełnienie cieczą naczyń przetwarzających do około połowy ich wysokości.

Kolejnymi korzyściami jest to, że:

- w górnych przestrzeniach każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzających umieszczone są czujniki mierników temperatury gazu,
- w dolnych przestrzeniach każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzających umieszczone są czujniki mierników temperatury cieczy,
- w górnych przestrzeniach każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzającym zainstalowane są czujniki do pomiaru wilgotności gazu,
- w każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzającym zamontowany jest czujnik położenia zwierciadła swobodnego cieczy.

Przed przystąpieniem do pomiaru należy przyrząd napełnić cieczą do około połowy wysokości naczynia przetwarzającego. Następnie należy wyzerować otwierając zawór odcinający. Po wyzerowaniu i zamknięciu zaworu odcinającego przyrząd jest gotowy do pomiaru różnicy ciśnień. Przy zmianie ciśnienia cieczy zmienia się poziom cieczy w naczyniu przetwarzającym, a zatem ciśnienie gazu nad cieczą, w górnej przestrzeni wewnętrznej. Miara zmiany ciśnienia gazu jest miarą różnicy ciśnienia hydrostatycznego. Zamontowane czujniki temperatury cieczy i gazu pozwalają na kontrolowanie procesu pomiarowego. Wpływ wilgotności na dokładność pomiaru ma znaczenie wtedy, gdy ilość wykroplonej lub wyparowanej cieczy znacząco zmieni objętość górnej przestrzeni naczynia przetwarzającego.

Zastosowany czujnik położenia powierzchni zwierciadła swobodnego cieczy ułatwia zachowanie napełnienia cieczą naczynia do około połowy jego wysokości i daje pogląd na występujące różnice ciśnień.

Dzięki przedstawionemu rozwiązaniu można mierzyć różnicę ciśnień z rozdzielczością 0,1 Pa lub mniejszą w zależności od zastosowanego manometru różnicowego.

Dzięki zastosowaniu układu dwóch naczyń do pomiaru różnicy ciśnień hydrostatycznych wykonujemy bezpośrednio pomiar różnicy między dwoma powierzchniami swobodnymi. Do tego celu możemy zastosować tylko jeden manometr różnicowy. Wpływ temperatury na dokładność pomiaru jest mało znaczący ponieważ naczynia przetwarzające o jednakowej objętości, znajdują się w jednej obudowie, lub blisko siebie, przestrzeń robocza nagrzewa się lub ochładza podobnie więc nie występują znaczące zmiany temperatury między dwoma naczyniami.

Wpływ ciśnienia atmosferycznego na dokładność pomiaru również jest pomijalny z uwagi na przyjętą konstrukcję jednakowego wpływu na każde z naczyń przetwarzających co w rezultacie skutkuje jego naturalną kompensacją. Dodatkową zaletą jest nieskomplikowana metodologia wykonania pomiaru.

Pomiar różnicy ciśnień hydrostatycznych wykonany przy pomocy dwóch przyrządów do pomiaru małych wartości ciśnienia hydrostatycznego jest możliwy, jednak bardziej skomplikowany. Wymaga zastosowania odpowiedniego modułu ciśnienia odniesienia, dwóch manometrów różnicowych, skomplikowanej metodologii pomiaru oraz na dokładność pomiaru mają większy wpływ czynniki zewnętrzne takie jak ciśnienie atmosferyczne i temperatura.

Wynalazek przedstawiono na przykładach rozwiązania, które schematycznie pokazano na rysunku. Fig. 1 jest schematem układu w przykładzie I – z wydzielonymi częściami jednego naczynia przetwarzającego. Fig. 2 jest schematem układu w przykładzie II – z dwoma osobnymi naczyniami przetwarzającymi.

Przykład I

Układ, zawiera naczynie przetwarzające 1, które ma kształt zamkniętego płaskiego pojemnika o wysokości równej 15 mm, podzielonego na dwie wydzielone części o powierzchniach wynoszących 0,02 m². Te dwie części tworzy przedzielająca, szczelna, zbliżona do pionu przegroda 2. Do dolnych przestrzeni wewnętrznych tych części doprowadzone są przewody przyłączeniowe cieczy 5, łączące przyrząd z punktami pomiaru różnicy ciśnienia hydrostatycznego. Górne przestrzenie wewnętrzne wydzielonych części naczynia przetwarzającego 1 połączone są ze sobą przewodem, na którym zamontowane są równolegle zawór odcinający 6 oraz manometr różnicowy 7. Zastosowano tutaj przetwornik ciśnienia MS-321 firmy MAGNESENSE. Naczynie przetwarzające 1 wypełnione jest cieczą a zwierciadło swobodne cieczy 4 znajduje się w około połowie wysokości. W dolnych i górnych przestrzeniach każdej wydzielonej części naczynia przetwarzającego 1 umieszczone są czujniki mierników temperatury, typu H-Tronic TS2, odpowiednio dla gazu 8 i cieczy 9. W górnych przestrzeniach każdej wydzielonej części naczynia przetwarzającego zainstalowane są czujniki do pomiaru wilgotności gazu 10, typu GY-HR002. W każdej wydzielonej części naczynia przetwarzającego zamontowany jest czujnik położenia 11 zwierciadła swobodnego cieczy. Zastosowano czujnik typu GP2Y0AH01K0F.

Przykład II

Układ ma dwa odrębne naczynia przetwarzające 3, o zbliżonej konstrukcji. W czasie pomiaru naczynia te są nieruchome względem siebie. Naczynia mają wysokość równą 15 mm, a powierzchnia przekroju poziomego wynosi 0,02 m². Do dolnych przestrzeni wewnętrznych naczyń doprowadzone są przewody przyłączeniowe z punktów pomiaru różnicy ciśnienia hydrostatycznego. Górne przestrzenie wewnętrzne naczyń przetwarzających połączone są ze sobą przewodem, na którym zamontowany jest zawór odcinający 6. Odpowiednio na drugim przewodzie zamontowany jest manometr różnicowy 7 ciśnienia gazu.

Pozostałe elementy są takie jak w przykładzie I.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru małej różnicy ciśnień hydrostatycznych oparty na pomiarze ciśnienia gazu w naczyniu przetwarzającym, **znamienny tym**, że co najmniej dwa naczynia przetwarzające, o zbliżonej konstrukcji, przed rozpoczęciem pomiaru napełnia się cieczą do około połowy, wysokości, wyrównuje się ciśnienia gazu ponad zwierciadłem swobodnym cieczy w tych naczyniach, następnie odcina się bezpośrednio połączenie górnych części naczyń, łączy się dolne przestrzenie naczyń z punktami pomiaru różnicy ciśnień hydrostatycznych i mierzy się różnicę ciśnienia gazu pomiędzy górnymi przestrzeniami tych naczyń, a wynik przelicza się w znany sposób na różnicę ciśnienia hydrostatycznego.

2. Układ do pomiaru małej różnicy ciśnień hydrostatycznych, zawierający naczynie przetwarzające i miernik ciśnienia gazu, **znamienny tym**, że naczynie przetwarzające (1) ma kształt zamkniętego

płaskiego pojemnika przedzielonego szczelną, zbliżoną do pionu przegrodą (2) na co najmniej dwie wydzielone części, przy czym do dolnych przestrzeni wewnętrznych tych części doprowadzone są przewody przyłączeniowe (5) z punktów pomiaru różnicy ciśnienia hydrostatycznego, natomiast górne przestrzenie wewnętrzne wydzielonych części naczynia przetwarzającego (1) połączone są ze sobą przewodem, na którym zamontowane są równolegle zawór odcinający (6) oraz miernik różnicy ciśnień gazu (7).

3. Układ do pomiaru małej różnicy ciśnień hydrostatycznych, zawierający naczynie przetwarzające i miernik ciśnienia gazu, **znamienny tym**, że ma co najmniej dwa odrębne naczynia przetwarzające (3), o zbliżonej konstrukcji, w czasie pomiaru nieruchome względem siebie, przy czym do dolnych przestrzeni wewnętrznych tych naczyń doprowadzone są przewody przyłączeniowe (5) z punktów pomiaru różnicy ciśnienia hydrostatycznego, natomiast górne przestrzenie wewnętrzne tych naczyń połączone są ze sobą przewodem, na którym zamontowane są równolegle zawór odcinający (6) oraz miernik różnicy ciśnień gazu (7).

4. Układ, według zastrz. 2, **znamienny tym**, że każde naczynie przetwarzające do około połowy wysokości wypełnia ciecz.

5. Układ, według zastrz. 2, **znamienny tym**, że w górnych przestrzeniach każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzającym umieszczone są czujniki mierników temperatury gazu (8).

6. Układ, według zastrz. 2, **znamienny tym**, że w dolnych przestrzeniach każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzającym umieszczone są czujniki mierników temperatury cieczy (9).

7. Układ, według zastrz. 2, **znamienny tym**, że w górnych przestrzeniach każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzającym zainstalowane są czujniki do pomiaru wilgotności gazu (10).

8. Układ, według zastrz. 2, **znamienny tym**, że w każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzającym zamontowany jest czujnik położenia (11) zwierciadła swobodnego cieczy.

9. Układ, według zastrz. 3, **znamienny tym**, że każde naczynie przetwarzające do około połowy wysokości wypełnia ciecz.

10. Układ, według zastrz. 3, **znamienny tym**, że w górnych przestrzeniach każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzającym umieszczone są czujniki mierników temperatury gazu (8).

11. Układ, według zastrz. 3, **znamienny tym**, że w dolnych przestrzeniach każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzającym umieszczone są czujniki mierników temperatury cieczy (9).

12. Układ, według zastrz. 3, **znamienny tym**, że w górnych przestrzeniach każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu przetwarzającym zainstalowane są czujniki do pomiaru wilgotności gazu (10).

13. Układ, według zastrz. 3, **znamienny tym**, że w każdej wydzielonej części lub w każdym naczyniu, przetwarzającym zamontowany jest czujnik położenia (11) zwierciadła swobodnego cieczy.

Rysunki

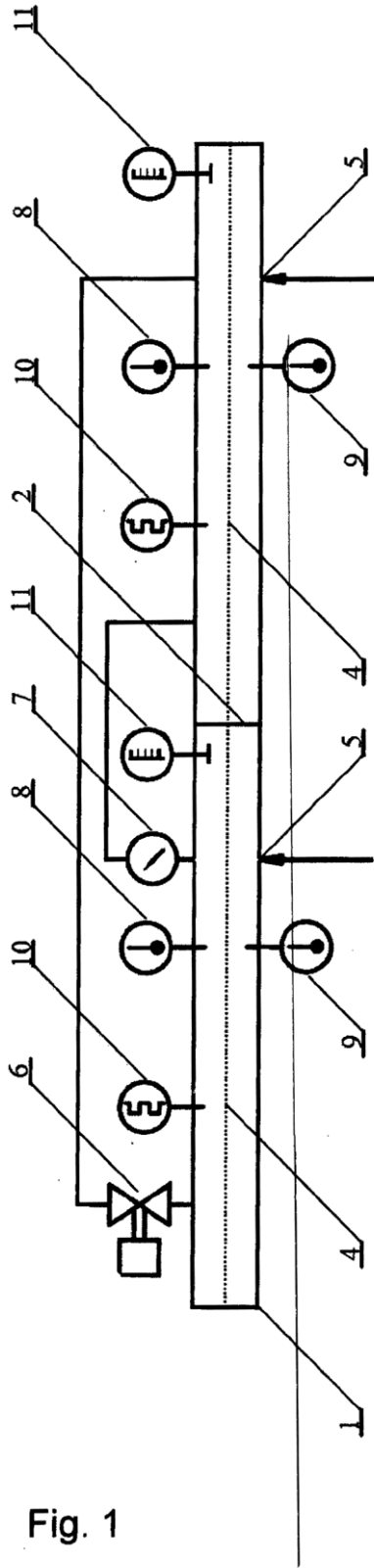


Fig. 1

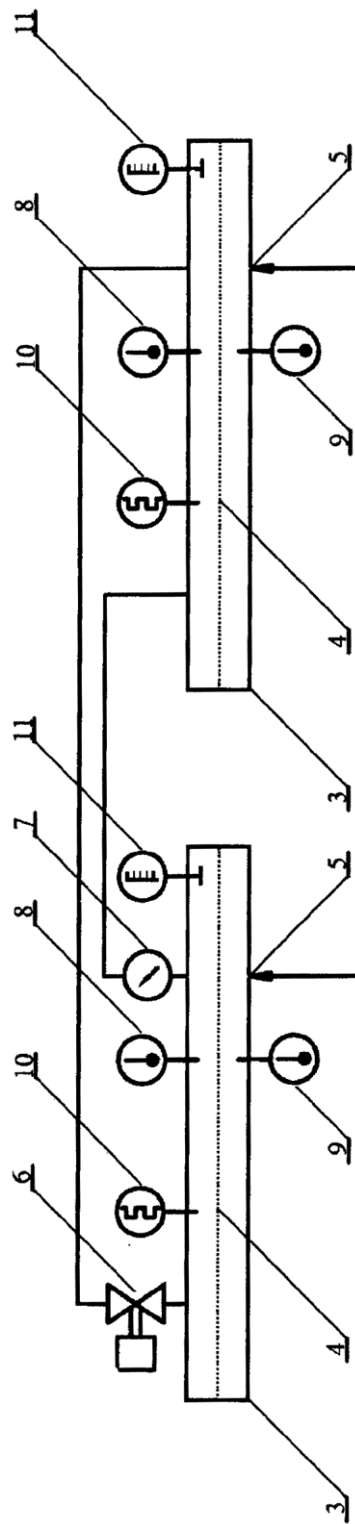


Fig. 2